

# 博士論文要約 (Summary)

平成 年 月入学  
連合農学研究科生物生産科学専攻  
氏 名 Panthee Arvinda

タイトル	ニンニク添加飼料給与ヒツジにおけるメタン放出および血漿栄養素代謝
<p>畜産は農業の重要な分野であるが、温室効果ガス(GHG)への寄与による環境に対する懸念が増大している。反芻家畜は消化吸収器官である第一胃を持ち、第一胃内に棲息する微生物による発酵作用により本来は乳動物が利用できないセルロース等の栄養素を利用できる。しかし、この過程でメタンを生成して大気中に放出してしまうため、メタン放出の抑制は解決すべき重要な課題である。これまで、イオノフォアや抗生物質などの飼料添加物は第一胃発酵を変化させて動物の成績を向上させるために使用されてきた。しかしながら、広範な耐性菌や畜産物への残留の懸念から飼料添加物としての抗生物質は二次代謝産物を含む植物のような安全な代替物の研究に移行してきた。ニンニクは allicin, diallyl sulfide, diallyl disulfide および allyl mercaptan など多くの二次代謝産物を含んでいる。ニンニクの二次代謝産物は第一胃発酵やメタン放出の研究で使用されているが、血漿グルコース、ロイシン、フェニルアラニン、チロシンに関する代謝に及ぼすニンニクの影響は研究されていない。したがって、一連の研究を通じて我々はヒツジにおいて第一胃発酵性状、窒素出納とともに血漿グルコースおよびアミノ酸代謝に及ぼすニンニクの役割を明らかにしようとした。</p> <p>【実験 1】</p> <p>メタン放出量は飼料摂取量、飼料の品質、栄養素の利用効率のような要因の影響を受ける。そこで、ヒツジを用いてメタン放出量に及ぼす給与飼料の影響を明らかにしようとした。飼料は混播乾草(MH 飼料、57 g/kg<sup>0.75</sup>/日)および混播乾草と濃厚飼料の混合飼料(粗濃比 40:60、Conc 飼料、45 g/kg<sup>0.75</sup>/日)とし、いずれも ME エネルギー給与量を 100 kcal/kg<sup>0.75</sup>/日とした。Conc. 飼料は第一胃 pH を低下させた(<math>P &lt; 0.01</math>)。第一胃アンモニア、全 VFA、酢酸およびプロピオン酸濃度は飼料間に差がなかったが、酪酸濃度、酢酸：プロピオン酸比は Conc. 飼料が高かった(<math>P &lt; 0.01</math>)。24 時間のメタン放出量は飼料間に差がなかった。窒素摂取量、糞中および尿中窒素排泄量は MH 飼料で高かった(<math>P &lt; 0.05</math>)。窒素消化率および微生物態窒素供給量は HC 飼料で高かった(<math>P &lt; 0.01</math>)。DGGE 測定による第一胃内微生物叢は飼料間に差がなかった。以上の結果から、濃厚飼料は窒素消化率および微生物態窒素供給量が高いため、生産性に好影響をもたらすと結論される。メタン放出量および第一胃発酵性状は飼料間に差が認められなかったが、濃厚飼料は環境への窒素損失が少ないことから有益であるかもしれない。飼料の優れた窒素利用は高成長やメタン放出量の削減と関連しているのかもしれない。</p> <p>【実験 2】</p> <p>ニンニクに存在する二次代謝産物が第一胃発酵性状、メタン放出量や DM 消化率に影響を与えるか否かを明らかにしようとした。実験には多数のサンプルを迅速、簡便かつ精度高く比較できる <i>in vitro</i> の実験装置である Rumen Simulation Technique (RUSITEC) を使用し</p>	

た。対照飼料(Con. diet)は混播乾草とした。ニンニクの添加量は凍結乾燥したニンニク茎葉(10、20、40、60%飼料乾物(DM))とニンニク球根(3、6、12、18%飼料 DM)とした。第一胃 pH は飼料間で差がなかった。総 VFA は 40、60%茎葉添加飼料、12、18%球根添加飼料が Con. 飼料より低かった( $P < 0.05$ )。アンモニア濃度は飼料間に差がなかった。DM 消化率は 20、40、60%茎葉添加飼料および 6、12、18%球根添加飼料で低かった( $P < 0.05$ )。メタン生成量および可消化 DM あたりのメタン生成量は 20、40、60%茎葉添加飼料および 12、18%球根添加飼料で低かった( $P < 0.05$ )。以上の結果から、高水準の茎葉あるいは球根では DM 消化率の低下に伴いメタン生成量が低下することが示された。

#### 【実験 3】

*in vitro* で得られた結果は *in vivo* と必ずしも一致しない。そこで、実験 3 では凍結乾燥したニンニク茎葉を添加した飼料をヒツジに給与し、第一胃発酵性状、メタン放出量、血漿グルコース代謝動態および窒素利用性を明らかにしようとした。ヒツジ 6 頭を用い、対照 (GLCon. diet) 飼料は混播牧草と濃厚飼料の給与比率を 60:40 とした。GLCon. 飼料に 2.5g/kg<sup>0.75</sup>/日の凍結乾燥ニンニク茎葉(FDGL 飼料、5%飼料 DM)を給与した。血漿グルコース代謝回転速度は[U-<sup>13</sup>C]グルコースの同位元素希釈法を用いて測定した。第一胃発酵性状は飼料間に差が認められなかった。1 頭あたりのメタン放出量は飼料間に差はなかったが、DM 摂取量あたりおよび DM 消化量あたりのメタン放出量は FDGL 飼料で低かった( $P < 0.05$ )。血漿グルコース代謝回転速度は FDGL 飼料で高い傾向を示した( $P < 0.10$ )。窒素蓄積は GL 飼料で高く( $P < 0.05$ )、微生物態窒素供給量は高い傾向を示した( $P < 0.10$ )。したがって、飼料へのニンニク茎葉添加はメタン放出量を低下させ、窒素蓄積を増加させることにより環境に好影響を与え、炭水化物代謝を促進することが示唆された。

#### 【実験 4】

ガーリックオイルは活性含硫物質の割合が高く、容易に入手できるのためガーリックオイルを用い、ヒツジの飼料利用性、第一胃発酵性状、メタン放出量、栄養素(グルコース、ロイシン、フェニルアラニン、チロシン)代謝動態およびインスリン作用を明らかにしようとした。ヒツジ 6 頭を用い、対照(GOCon)飼料は混播牧草と濃厚飼料の給与比率を 70:30 とした。GOCon 飼料に 30mg/kg<sup>0.75</sup>/日のガーリックオイル(GO 飼料)を投与した。血漿グルコース、ロイシン、フェニルアラニン、チロシン)代謝動態は同位元素希釈法([U-<sup>13</sup>C]グルコース、[1-<sup>13</sup>C]ロイシン、[<sup>2</sup>H<sub>5</sub>]フェニルアラニン、[<sup>2</sup>H<sub>2</sub>]チロシン)、インスリン作用はグルコースクランプ法により測定した。第一胃 pH、アンモニア、VFA 濃度およびメタン放出量は飼料間に差がなかった。血漿グルコース濃度は GO 飼料が低かったが( $P < 0.05$ )、血漿グルコース代謝回転速度は高かった( $P < 0.05$ )。糞中窒素排泄量は GO 飼料が低く( $P < 0.05$ )、窒素吸収量は高かった( $P < 0.05$ )。血漿アミノ酸代謝回転速度および血漿フェニルアラニンとチロシンの代謝動態から算出した全身のタンパク質合成速度は飼料間に差がなかった。GO 飼料においてグルコースクランプ法実施中における血糖値は低く、血漿グルコース代謝回転速度は低い傾向を示したにもかかわらず、グルコース利用速度およびグルコース注入速度は差がなかった。したがって、反芻家畜におけるガーリックオイルの使用には議論の余地があり、さらなる研究が必要である。

#### 【結論】

本実験で得られた結果から、ニンニク茎葉、ニンニク球根あるいはガーリックオイルはメタン放出を抑制しないが、家畜の生産性を改善する窒素利用およびグルコース代謝には有効であると結論された。したがって、ニンニクは将来的に反芻家畜における有力な飼料添加物になり得ることが示された。